

Storie di Novae

di Flavio Castellani





Una Nova sorprendente

La V5588 SGR (Nova Sagittari 2011 n.2) fu scoperta l'11 marzo 2011, dai due inossidabili astrofili giapponesi, **Koichi Nishiyama** e **Fujio Kabashima** (rispettivamente, classe 1939 e 1938). Pur non essendo esattamente "circumpolare", con una declinazione di -23° , il gruppo ANS (Asiago Novae & Symbiotics) si mise subito al lavoro per seguirla fotometricamente e spettroscopicamente, aiutati anche da **Arne Henden**, allora direttore dell'AAVSO e dagli astronomi indiani del Physical Research Laboratory di Ahmedabad. Da quel momento e per 200 giorni, le osservazioni proseguirono fin quasi a dover "rasare le cime degli alberi" perché quella nova si era rivelata uno degli oggetti più interessanti mai osservati di quella classe, con ben 6 massimi secondari seguiti al massimo

"Venute dal nulla"

Già gli astronomi cinesi annotavano l'osservazione di "Nuove stelle" che apparivano e poi, col passare dei giorni o delle settimane, scomparivano. In effetti alcune novae per decennio raggiungono una luminosità tale da essere visibili a occhio nudo, e talvolta arrivano ad alterare la forma stessa delle costellazioni. L'ultima nova brillante è stata la **Nova Delphini 2013** che, per circa un mese, in quell'estate fu visibile a occhio nudo. Il record delle novae brillanti degli ultimi decenni lo detiene l'indimenticabile **Nova CYG 1975** che arrivò a magnitudine +1,5.

Anche se studiate e annotate per secoli dagli astronomi le novae restavano un assoluto mistero. Né l'invenzione del telescopio e neppure le misure di posizione e magnitudine sempre più precise servivano ad avere una migliore idea di cosa fossero, dato che questi oggetti sembravano apparire dal nulla e poi, più o meno rapidamente, scomparire di nuovo.

Solo con l'inizio della spettroscopia cominciò a cambiare questo panorama. I primi spettri di

principale.

Gli autori dell'articolo, apparso poi sulla prestigiosa *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS), ricordano in quel periodo un rincorrersi di mail e telefonate, per seguire, fotometricamente e spettroscopicamente un oggetto che, da un giorno all'altro, serbava sempre nuove sorprese. Corse in Osservatorio, attese per cercare un "buco tra le nuvole" chiedendosi ogni volta: "*come la troverò questa sera? Quale altra novità riserverà quest'oggetto?*". Perché questo in fondo sono le Novae: tra gli oggetti più interessanti della volta celeste, la cui conoscenza è ben lungi da essere completa e che danno a chi le studia con serietà (anche con strumenti modesti), molte soddisfazioni e opportunità di nuove scoperte.

Huggins della nova del 1866, **T Coronae Borealis**, mostrarono un oggetto completamente diverso da qualsiasi stella vista fino a quel momento, con forti righe di emissione sovrapposte a un continuo praticamente piatto. A quell'epoca la conoscenza delle righe spettrali era molto limitata e non si sapeva nulla dei meccanismi di fusione nucleare. Fu comunque chiaro che qualche esplosione avesse scagliato dell'idrogeno tutto attorno alla stella (anche se l'idea del tempo era che questo idrogeno si fosse poi "incendiato" per il calore creando una specie di "stella in fiamme").

In quegli anni nasceva l'astrofisica che avrebbe completamente rivoluzionato la nostra comprensione di questi oggetti.

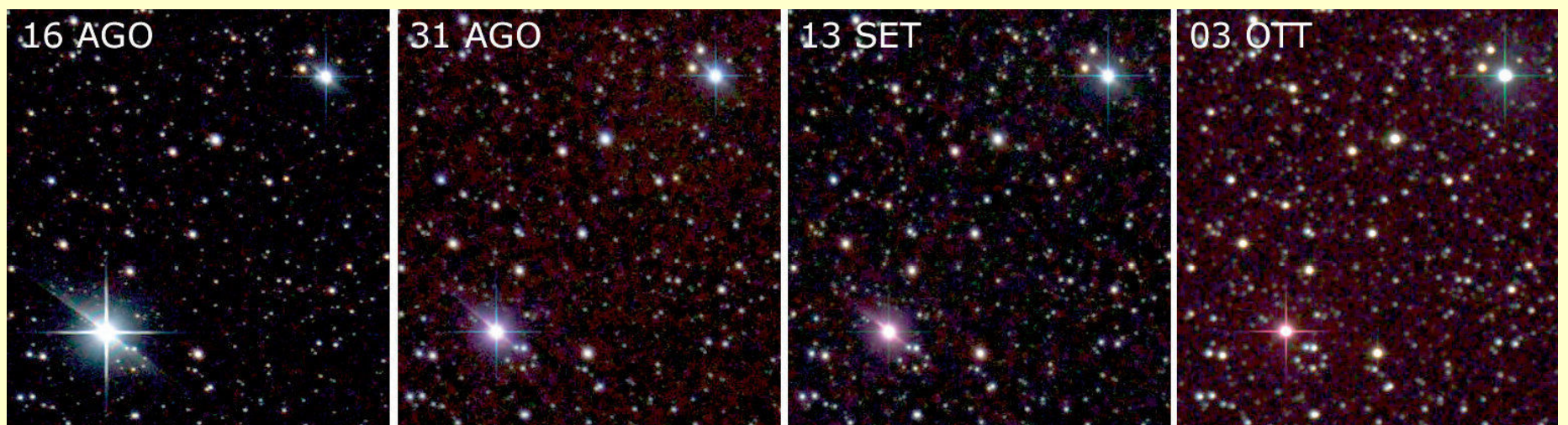
Con gli inizi del secolo una nova particolare si impose all'attenzione. Oltre a essere brillante in outburst, continuava a essere visibile anche molto dopo il massimo e in più era "ricorrente"! Gli outburst infatti si ripeterono a intervalli irregolari nel 1898, 1907, 1933 e 1945. Ora è nota come **RS Ophiuchi**.

Cominciò quindi a farsi largo una nuova idea, che le novae non fossero stelle “nuove” che brillano solo per alcuni mesi, scomparendo poi per sempre, ma che potessero invece essere semplicemente oggetti solitamente così deboli da non essere visibili e che dopo l’outburst, che può aumentare di migliaia di volte la loro luminosità, tornino a immergersi nel buio profondo del

cosmo.

Ma fu con l’outburst del 1946, di **T Coronae Borealis**, che sembrò che qualcuno lassù avesse detto “è ora di far sul serio!”. Ricordiamo che nel 1866 la stella aveva avuto un brillante outburst, dopo questo fenomeno era scesa sino alla decima magnitudine, mantenendo però una piccola variabilità attorno a questo valore.

Una luce si accende nel Delfino



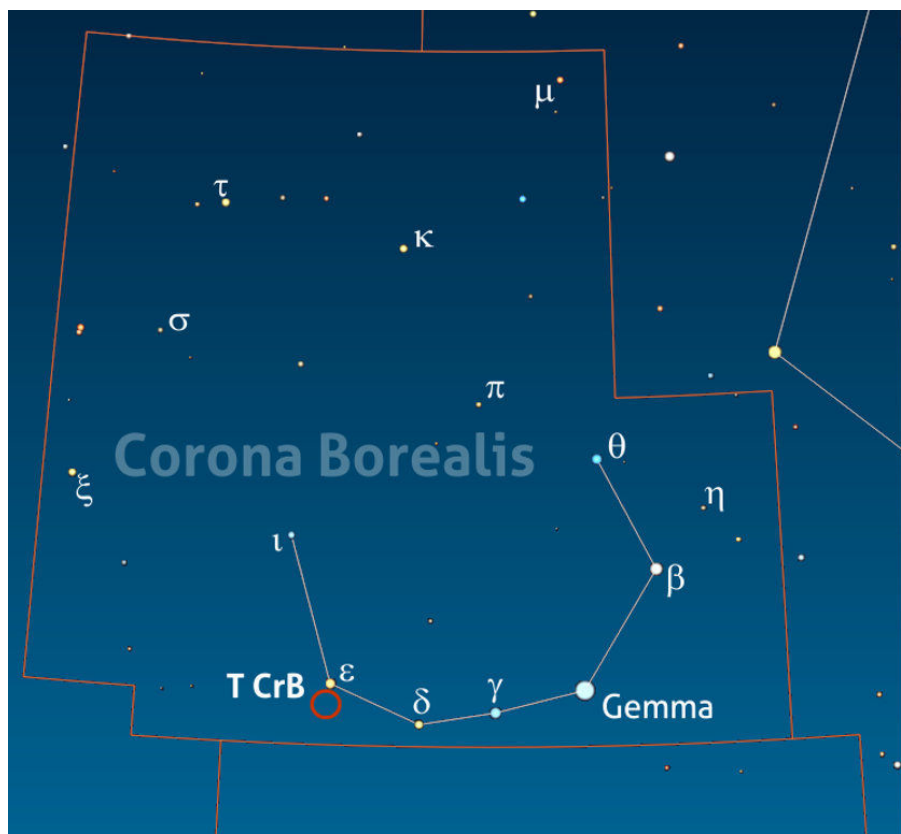
Sopra. La sequenza fotografica che in un periodo di circa 50 giorni ha ripreso il lento cambiamento del colore della Nova Delphini 2013. Dalla originaria tonalità azzurrina, la stella è passata ad una tinta sempre più rossastra; un fenomeno causato dai mutamenti indotti dall’espulsione parossistica degli strati superficiali della stella. Crediti: Rolando Ligustri.

Il primo a comunicare la notizia dell’apparizione alla comunità astronomica è stato l’amatore giapponese Koichi Itagaki, che in una fotografia realizzata il 14 agosto 2013 si è subito accorto della presenza di un oggetto di magnitudine +6,3 situato nella parte nord-occidentale del Delfino, ai confini con la Freccia e la Volpetta. Itagaki – che non era certo nuovo a questo genere di scoperte dato che, nella sua lunga carriera di osservatore, ha avuto il merito e la soddisfazione di avvistare per primo altre 6 novae nella nostra galassia – ha subito controllato una ripresa dello stesso campo fatta la sera precedente, verificando che 24 ore prima l’oggetto non era assolutamente visibile.

Come sempre succede in questi casi, l’entusiasmo è stato così grande, specialmente tra gli amatori, che nel giro di poche ore la rete è stata invasa da fotografie, grafici e soprattutto da una enorme mole di dati fotometrici e spettrali; e sono stati proprio gli spettri in particolare a dimostrare la

reale natura dell’oggetto: un guscio di gas in espansione alla velocità di circa 2.300 km al secondo, figurabile nel suo complesso come una nova classica colta nella fase di pre-massimo.

La crescita di luminosità di quella che è stata subito ufficialmente denominata Nova Delphini 2013 (V339 Del) si è dimostrata alquanto veloce, esibendo un salto di ben 10,3 magnitudini in meno di 14 ore! A quel punto la curiosità di tutti era di vedere a che massimo sarebbe arrivata e in quanto tempo; un interrogativo soddisfatto abbastanza celermente poiché il 16 agosto, a sole 48 ore dalla scoperta, la Nova raggiunse il picco di luminosità, alla magnitudine +4,3! Passato il giro di boa, il declino ha proceduto quasi linearmente per circa 22 ore assestandosi poi, dal 17 al 19 agosto, su una magnitudine media di +4,8; dopo di che ha ripreso a declinare, questa volta più lentamente.



Sopra, una mappa della costellazione della Corona Boreale indica la posizione (il cerchietto rosso) della nova ricorrente T CrB, attualmente una stella di mag. +9,9/+10,7 situata 1,1° a sudsuddest della stella epsilon Coronae Borealis.

A destra, una ripresa fotografica della regione a sud di epsilon Coronae Borealis mostra l'esatta posizione di T CrB (la stellina rossa nel cerchietto).



T Coronae Boralis: l'incendio di un mondo

di Stefano Schirinzi

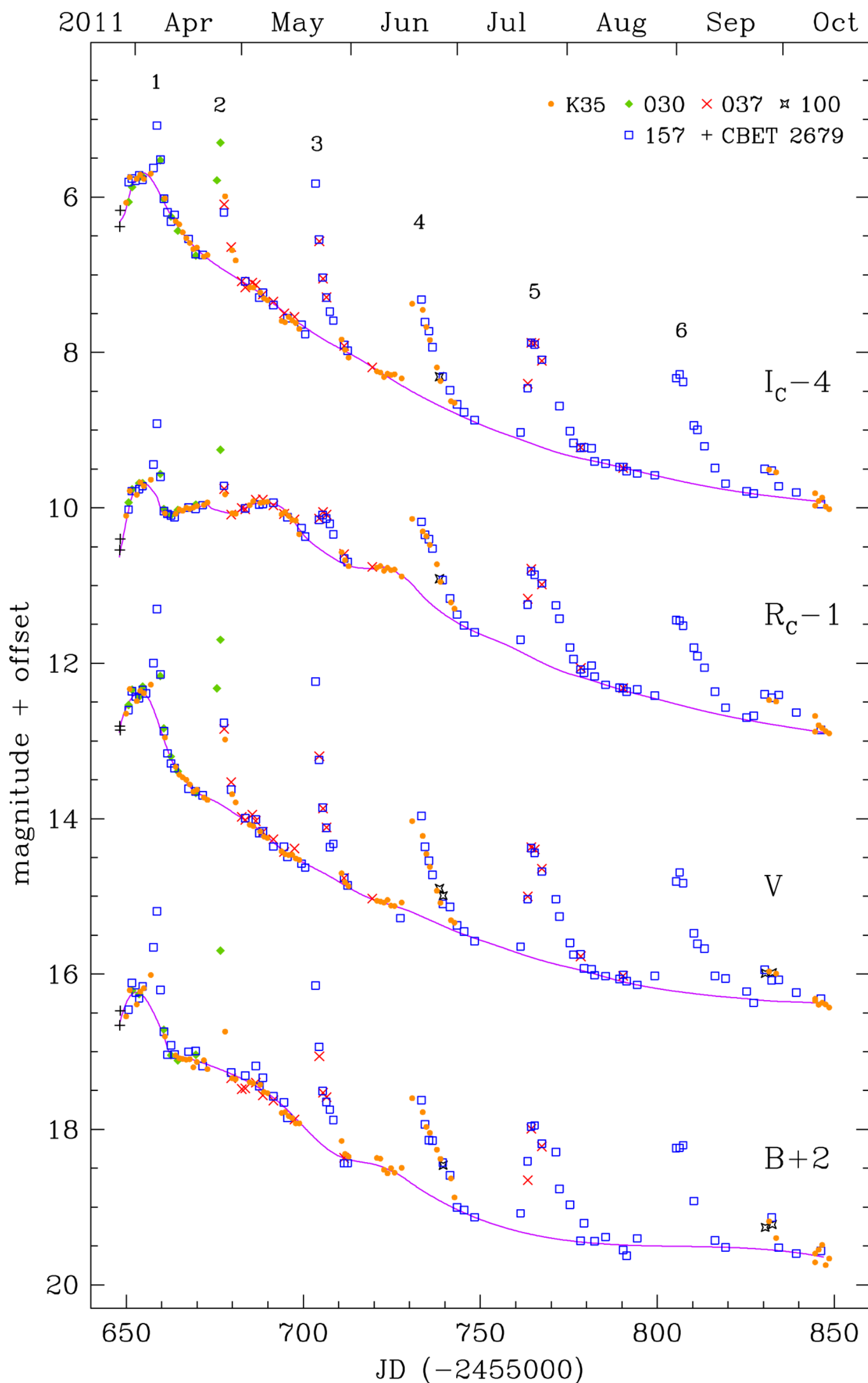
Uno degli esempi meglio noti di novae ricorrenti e la più luminosa di questa classe si trova entro i confini della piccola ma ben distinta Corona Boreale. Contrassegnata con la lettera T, è una stellina il cui anonimato venne interrotto per la prima volta la notte del 12 maggio 1866, allorché l'eclettico amatore irlandese John Birmingham (1816-1884) si accorse della presenza di un punto di luce che alterava vistosamente il classico aspetto a semicerchio dell'antica costellazione, rivaleggiando in luminosità con Gemma, l'alfa della Corona.

La nuova stella si mantenne visibile ad occhio nudo per un brevissimo periodo, non più di 8 giorni, tornando alla luminosità che aveva prima dell'outburst (+10,8) dopo una breve ripresa che la portò alla settima magnitudine.

Scrisse a questo proposito con la sua classica

enfasi **Camille Flammarion**: «Così la chimica spettrale ci ha rivelato un vero incendio celeste, durato fintanto che poté essere alimentato; proveniente, senza dubbio, dall'esplosione avvenuta nelle viscere di quell'immenso focolare. Noi abbiamo assistito all'incendio di un mondo, ad una formidabile fiammata, che però non è durata più di un mese».

Dopo tale evento, pur annotando l'inusuale veloce calo di luminosità che la contraddistingueva, la comunità astronomica considerò T CrB alla stregua di una normale nova fino a quando, inaspettatamente, la notte tra il 9 e il 10 febbraio 1946 la stella si svegliò nuovamente; questa volta raggiunse solo la mag. +3,2, ma nella discesa successiva ripeté quasi esattamente il comportamento esibito 80 anni prima.



Sopra. Curva di luce BVRI della nova V5588 SGR, caratterizzata da sei massimi ripetuti sovrapposti a un declino altrimenti normale. I diversi simboli indicano i dati ottenuti con diversi telescopi ANS (identificativi 30, 37, 100 e 157), da A. Heden (K35) e dalla CBET annunciante la scoperta della nova.

Il **9 febbraio 1946** da Yerkes scoprirono che la stella, dopo 80 anni era di nuovo in outburst. In pochi giorni salì alla magnitudine +3,2 e poi, rapidissima, tornò in quiescenza.

Gli spettroscopi dell'epoca non erano certo come quelli attuali, non esistevano tubi intensificatori e si esponeva su pellicola. Negli Stati Uniti però, già da alcuni anni, era al lavoro il più grande telescopio del mondo: il Telescopio Hooker da 2,5 metri di Mount Wilson. Questo strumento era abbastanza potente per fare una buona spettroscopia e seguire l'oggetto in alta risoluzione, anche nella successiva fase di quiescenza.

E gli spettri mostrarono qualcosa di assolutamente straordinario: le righe spettrali si movevano, come nel caso delle binarie spettroscopiche, ma solo una delle due stelle, una gigante rossa, era visibile.

Nel 1957 Robert P. Kraft calcolò il periodo orbitale del sistema in 227,6 giorni e, conseguentemente, fissò le masse della stella rossa e della componente invisibile, che risultava avere una massa molto vicina al limite di Chandrasekhar (vedi box in basso) ed essere la componente principale del sistema.



Sopra. Il Telescopio Hooker da 2,5 metri di Mount Wilson (Los Angeles, California, USA), lo stesso telescopio utilizzato da Edwin Hubble per compiere i suoi studi cosmologici.
Crediti: Andrew Dunn.

Limite di Chandrasekhar

In una stella "normale" l'attrazione gravitazionale verso il centro degli strati più esterni è controbilanciata dalla pressione di radiazione (generata dalle reazioni nucleari al centro) che tenderebbe a soffiare via la materia.

In una nana bianca, al cui interno non avvengono più reazioni nucleari, l'attrazione gravitazionale verso il centro è contrastata dalla degenerazione elettronica. Questa discende dal principio di esclusione di Pauli, descritto nel box di approfondimento relativo al funzionamento delle

Nove. La pressione esercitata dalla degenerazione elettronica riesce a contrastare quella gravitazionale fino a una massa critica di circa 1,4 masse solari, il così detto **limite di Chandrasekhar**. Quando una nana bianca supera questo limite per accrescimento (cioè aumentando la propria massa a spese di una compagna), il runaway termonucleare che si innesca non riguarda più soltanto lo strato accresciuto ma l'intera massa della nana bianca che esplode come **Supernova di tipo Ia**.

Ma per essere invisibile doveva essere piccola, piccolissima... Un grano di riso vicino a un pallone da spiaggia, ma con una massa attorno alle 1,4 masse solari: una "**nana bianca**". Le nana bianche e il limite di Chandrasekhar erano concetti introdotti da poco, queste scoperte iniziavano a mettere un po' di ordine tra osservazioni e lavori teorici. In pochi anni, si è scoperto che tutte le altre novae ricorrenti mostravano essere binarie spettroscopiche e che ogni volta che si riusciva a calcolare la massa della componente invisibile,

questa risultava sistematicamente vicina (ma mai superiore) al limite di Chandrasekhar.

Ulteriori lavori hanno inquadrato l'ambiente di questi sistemi binari: gli astronomi osservativi trovavano nuove caratteristiche nelle curve di luce e negli spettri, mentre i teorici elaboravano modelli per spiegare le caratteristiche osservate (dischi di accrescimento, hot spot, trasferimenti di massa tramite lobo di Roche o vento stellare, riflessioni ecc.).

Il meccanismo delle novae

Una nana bianca è una stella con una struttura estremamente compatta. Immaginiamo una massa simile al Sole compressa in un oggetto grande come la Terra. In queste condizioni di compressione la materia non si comporta più nel modo ordinario. In un oggetto di questo tipo, gli elettroni non sono più legati a un particolare nucleo, ma sono condivisi dall'intera struttura della nana. Il principio di esclusione di Pauli dice che uno specifico livello di energia può essere occupato da un unico elettrone. Non possono essercene due perché altrimenti si confonderebbero fra loro. In una nana bianca gli elettroni sono "impaccati" nei più bassi livelli di energia possibile, e li occupano tutti, salendo poi ai livelli di alta energia e occupandoli tutti fino a che vi sono elettroni disponibili. Questo tipo di struttura si dice **degenere** e ha una fortissima resistenza alla compressione, fornita dal "gas elettronico". È importante dire però che la degenerazione riguarda soltanto gli elettroni, poiché i nuclei sono ancora liberi di cambiare stato energetico.

Se la nana è fredda, tutta la sua struttura, dal nucleo alla superficie, è degenere. Immaginiamo un fotone di luce che arrivi sulla sua superficie. Per poter essere assorbito o essere deviato dovrebbe poter cedere tutta o parte della propria energia a un elettrone che a sua volta dovrebbe salire a un livello energetico maggiore. Ma ciò è impossibile perché questi sono già tutti occupati.

In senso ideale potremmo dire che il fotone potrebbe quindi attraversare per intero la stella nana senza venire assorbito.

Va detto subito che, nella realtà, sulla superficie della nana esiste un sottile strato "non degenere", che permette ad esempio di vedere uno spettro in assorbimento di idrogeno (che vuol dire che vi è idrogeno ordinario abbastanza freddo da poter "assorbire" un fotone).

Fissati questi principi, possiamo ora vedere cosa succede alla materia che cade da una compagna verso la nana bianca.

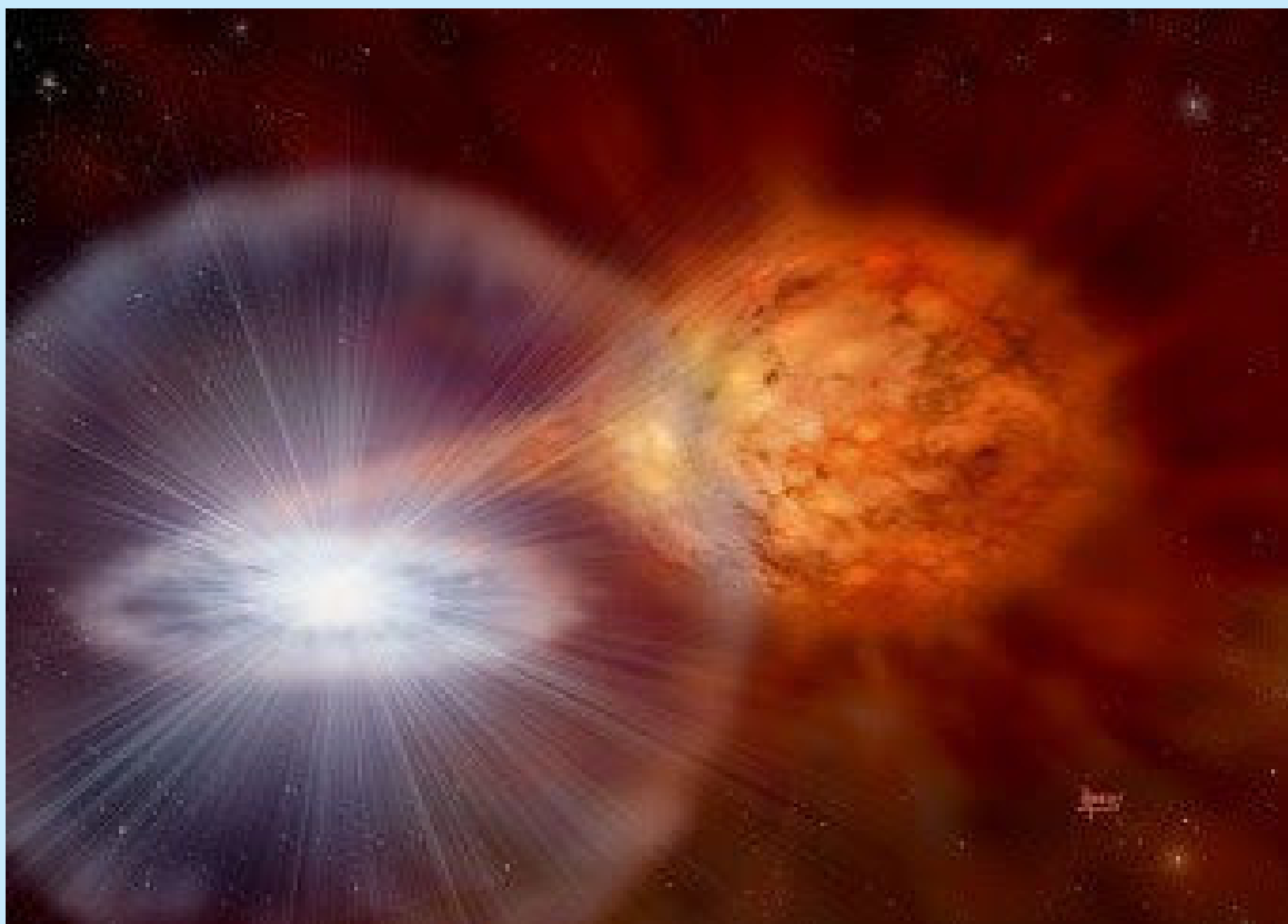
Questa spiraleggia attorno alla nana, forma un disco di accrescimento e infine cade su di essa andando a formare uno strato che, a causa dell'enorme pressione, diviene degenere. Questo strato cresce sempre più fino a che alla base dell'involuppo si raggiunge una pressione critica. Ora, una pressione è definita come una forza su una superficie. In questo caso la forza è quella gravitazionale della nana, mentre la superficie è quella della nana stessa che **diminuisce** sempre più mano a mano che la sua massa cresce. In una nana bianca, infatti, le dimensioni diminuiscono al crescere della massa, in quanto la forza prevalente è quella gravitazionale. Quando però la pressione supera il livello critico, i nuclei di idrogeno si agitano così velocemente che riescono a superare la repulsione data dalla carica positiva (barriera di coulomb) e cominciano a fondersi con i nuclei di carbonio, azoto e ossigeno

(la triade CNO) presenti. Nella materia ordinaria l'energia liberata dalla fusione nucleare farebbe espandere la materia, causandone un raffreddamento, ma il gas elettronico impedisce agli atomi di assorbire questa energia (i livelli sono già occupati) e quindi il "calore" resta intrappolato causando un rapidissimo innalzamento della temperatura e una spaventosa accelerazione delle reazioni nucleari. Ovvero, si è innescato un TNR, un **runaway termonucleare**.

In pochi secondi la temperatura arriva a 400 milioni di gradi (temperatura di Fermi). A questa temperatura il gas cessa di essere degenere, diventa normale e di colpo reagisce espandendosi all'enorme temperatura e pressione alla quale si trova sottoposto.

L'espansione è così violenta da superare la forza gravitazionale e il materiale viene espulso a migliaia di km al secondo.

È nata una nova.



VIAGGIARE NEL TEMPO 5,00 €

Alla Ricerca del *Flusso Canalizzatore*

di Alessandro Vietti

Viaggiare nel tempo è in assoluto la possibilità più affascinante che sia stata avanzata dalla fisica dell'ultimo mezzo secolo. Ancora una volta la scienza ha incalzato la fantascienza, e ciò che un tempo sembrava una pura speculazione dell'immaginazione, ha ricevuto l'appellativo di possibile...

50 pagine, formato 17×24 cm.

Acquista su
www.coelum.com/astroshop

Incontro al Pennar

Intervista con il Professor Ulisse Munari (INAF Padova e Asiago) fondatore e anima del Gruppo ANS di fotometria, che si è imposto in questi anni come uno dei migliori gruppi al mondo per la fotometria e la spettroscopia di novae e Simbiotiche.

Usciti dal vivace centro di Asiago si svolta a destra, lasciando sulla sinistra il Sacrario dove riposano oltre 87.000 tra italiani e austriaci di quella terribile guerra della quale giusto nel 2018 ricorrerà il centesimo anniversario dell'armistizio. La **Stazione Astronomica del Pennar**, è appena oltre le ultime case del paese. Un cancello e una stretta salita di un centinaio di metri portano all'edificio ad arco che ospita gli uffici, le foresterie e ora anche un Museo degli Strumenti dell'Osservatorio. Di fronte, rialzata di pochi metri, la severa cupola del Galileo, il telescopio da 122 cm, inaugurato nel 1942, che fu per un breve periodo lo strumento più grande d'Europa. Il luogo non ha certo l'aria "di frontiera" dei



Sopra. Il Prof. Ulisse Munari.

moderni centri astronomici ma conserva un notevole fascino. L'ufficio del professor Munari appare proprio come ci si immagina dovrebbe essere il luogo di lavoro di uno scienziato... parecchia confusione, libri dovunque, dispense ed alcuni PC.



L'Osservatorio Astrofisico INAF di Asiago. Crediti: INAF.

«Questi sono i Server del Database di ANS» mi dice il professore, appena entriamo nel suo ufficio. «Tutti i dati fotometrici e spettroscopici raccolti dal gruppo affluiscono in queste due macchine». Sono due normalissimi PC, ma dentro contengono

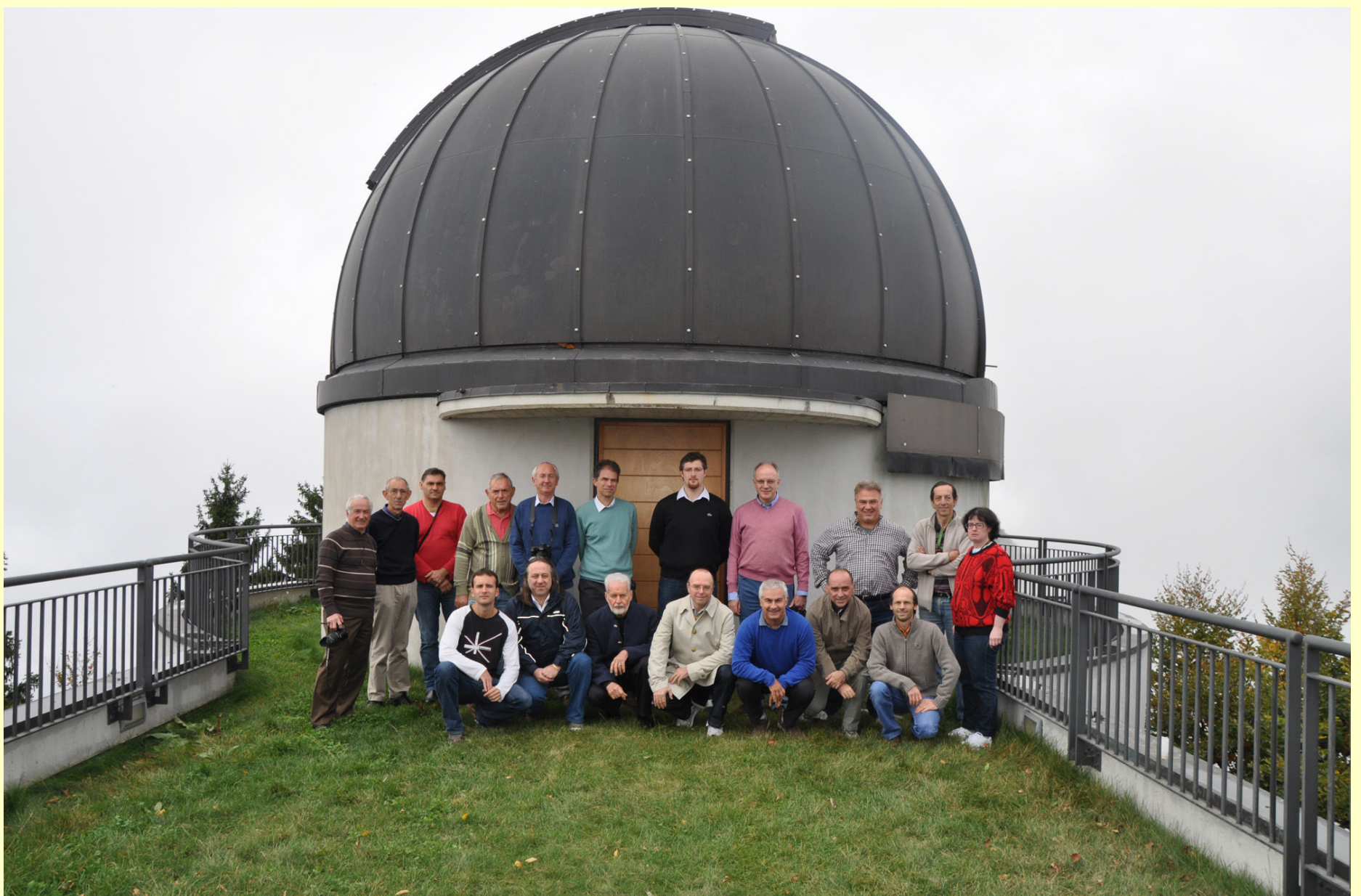
dati per riscrivere un bel po' di quanto sappiamo di novae e simbiotiche. Gli articoli pubblicati sino ad ora hanno appena scalfito la quantità di materiale accumulato in questi 12 anni.

Incontri ANS 2018

Al **meeting di Ravenna** del **18 marzo** verrà presentata la storia di ANS Collaboration, i suoi metodi di lavoro, i principi della fotometria trasformata al sistema standard, le applicazioni della fotometria in banda di alta precisione, l'equipaggiamento, il suo uso, la riduzione dati e le applicazioni della spettroscopia astronomica. Da qui ci si muoverà ad introdurre la riorganizzazione, la natura, gli scopi ed il *modus operandi* di ANS Collaboration 2.0. Per chi al meeting di Ravenna avrà manifestato

interesse per partecipare ad ANS Collaboration 2.0, verrà organizzata una **scuola residenziale** di due giorni, il **12 e 13 maggio**, presso l'Osservatorio di Varese (che ospita telescopi da 35, 61 e 84 cm) dove si affronteranno più in dettaglio (lezioni teoriche alla lavagna e sessioni pratiche in laboratorio) le questioni riguardanti la fotometria astronomica multi-banda completamente trasformata al sistema standard e la spettroscopia astronomica.

Per maggiori informazioni: sito web ANS



Sopra. Una fotografia del Gruppo ANS a Varese.

Professore, nella storia delle novae, il maggiore contributo alla comprensione del fenomeno lo hanno dato le novae ricorrenti, ma sappiamo che non tutte le novae sono ricorrenti. Qual è la differenza tra queste due categorie?

In realtà la distinzione tra nova ricorrente e nova classica è limitata alla nostra storia osservativa. Solo dalla fine del XIX secolo con le survey fotografiche, si è iniziato a monitorare il cielo accumulando storia osservativa. La prima grande survey è stata quella dell'Osservatorio di Harvard che ha fotografato il cielo con astrografi posti in entrambi gli emisferi.

Possiamo dire che tutte le novae sono ricorrenti, ciò che cambia sono i tempi scala. Noi conosciamo gli oggetti che hanno tempi di ricorrenza tra i 10 e i 100 anni, ma non possiamo sapere se una nova che osserviamo oggi, ha avuto un precedente outburst 1.000 o 10.000 anni fa.

10 anni o 10.000 anni, ma qual è la discriminante fra tempi così diversi?

Le discriminanti sono due. Il primo è: quanta materia la compagna riesce a trasferire sulla nana bianca? Il trasferimento di massa avviene "a cucchiaini" o "a carriolate"?

La seconda è: qual è la massa della nana bianca? Maggiore è la massa della nana bianca, minore sarà la quantità di materia necessaria a raggiungere le condizioni di innesco. Quindi una nana bianca di grande massa, che riceve grandi quantità di materia da una gigante rossa molto vicina impiegherà pochissimo tempo a "ricaricarsi" mentre una piccola nana bianca, compagna di una stellina al fondo della sequenza principale, che riceve materia con "il contagocce" impiegherà un tempo lunghissimo per entrare in outburst.

La struttura delle novae assomiglia moltissimo a quella delle Supernovae di tipo Ia. C'è una relazione tra questi oggetti?

Si tratta dello stesso tipo di sistema binario. In entrambi i casi abbiamo una nana bianca e una compagna che trasferisce materia. Durante l'outburst di una nova, una parte della materia accumulata sulla nana bianca viene espulsa negli ejecta, ma una parte rimane accumulata sulla nana. Se questo bilancio, esplosione per esplosione, rimane positivo, la stella crescerà di massa e potrebbe anche arrivare al limite di Chandrasekhar. A quel punto, un'ulteriore esplosione sarebbe di tipo catastrofico, distruggendo completamente la nana bianca in un'esplosione di Supernova Ia. Ovviamente questa non è la fine di tutte le novae, poiché, banalmente, la nana potrebbe partire da una massa troppo piccola e la compagna potrebbe non avere sufficiente massa da cedere.

Quindi, una delle novae ricorrenti che conosciamo, potrebbe in futuro esplodere come SN?

La massa della nana bianca di T CRB è vicinissima al limite di Chandrasekhar. Attualmente la massa è stimata in $1,35 \text{ masse solari} \pm 0,08$. La banda di errore comprende quindi il limite. Certo che così vicina alla Terra, la vedremo in pieno giorno, come la SN del 1054!

Già questo giustificherebbe un attento studio delle novae... Ma questi oggetti sono anche molto vari e le loro curve di luce sono difficilmente simili le une alle altre. Inoltre, anche i tempi degli outburst variano molto. Si può trovare una chiave di lettura in questa complessità?

Nelle novae la condizione di innesco è un limite di pressione oltre il quale inizia il "runaway termonucleare". La pressione dipende dalla gravità e dalla superficie della nana bianca. Ora, una nana bianca, esattamente al contrario che nella materia ordinaria, al crescere della massa diminuisce di dimensioni: ciò significa che maggiore è la massa della nana bianca e più piccola questa sarà. Quindi è evidente che le

Esperienze di Astrofili...

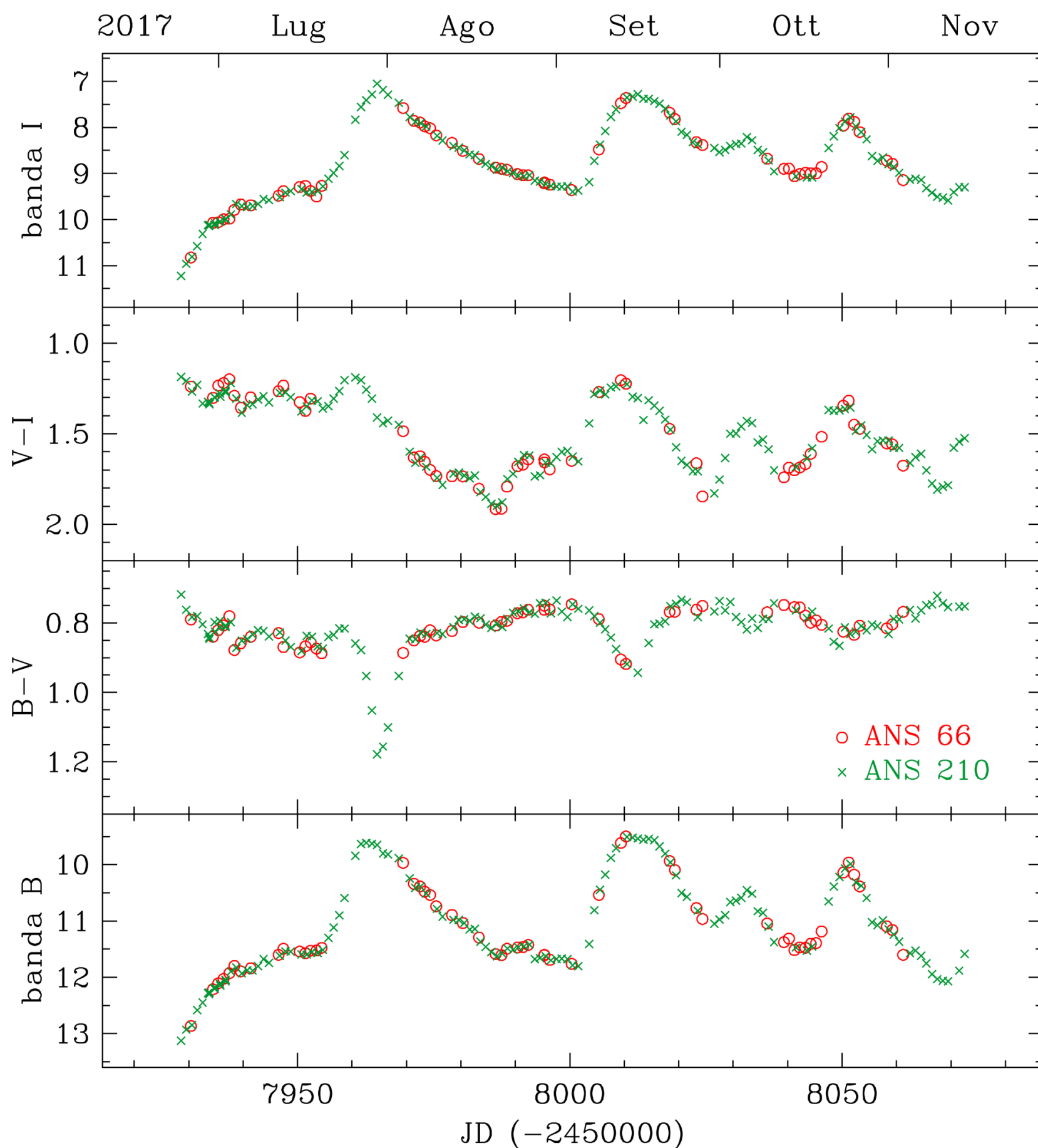
Prediscovery della Nova AT2017 axz in M 81

di Luigi Morrone

L'astronomia e la passione per l'osservazione del cielo, spesso regalano spettacoli ed emozioni che vanno oltre la nostra immaginazione. Le stelle durante la propria evoluzione ci mostrano tutta la loro potenza e bellezza ed avere la fortuna, per noi astrofili, di poter catturare le loro evoluzioni e trasformazioni è sempre una grande meraviglia.

In questo articolo desidero raccontare la mia esperienza di astrofilo e della possibilità di essere direttamente testimoni di queste trasformazioni, semplicemente con l'uso di una strumentazione amatoriale.

Leggi l'articolo su Coelum Astronomia 211



Sopra. Curva di luce e colore di ASASSN 17hx, attualmente attiva, ottenuta con due diversi telescopi, ANS 66 e 210. Da notare l'evoluzione del colore V-I completamente diversa da quella in B-V.

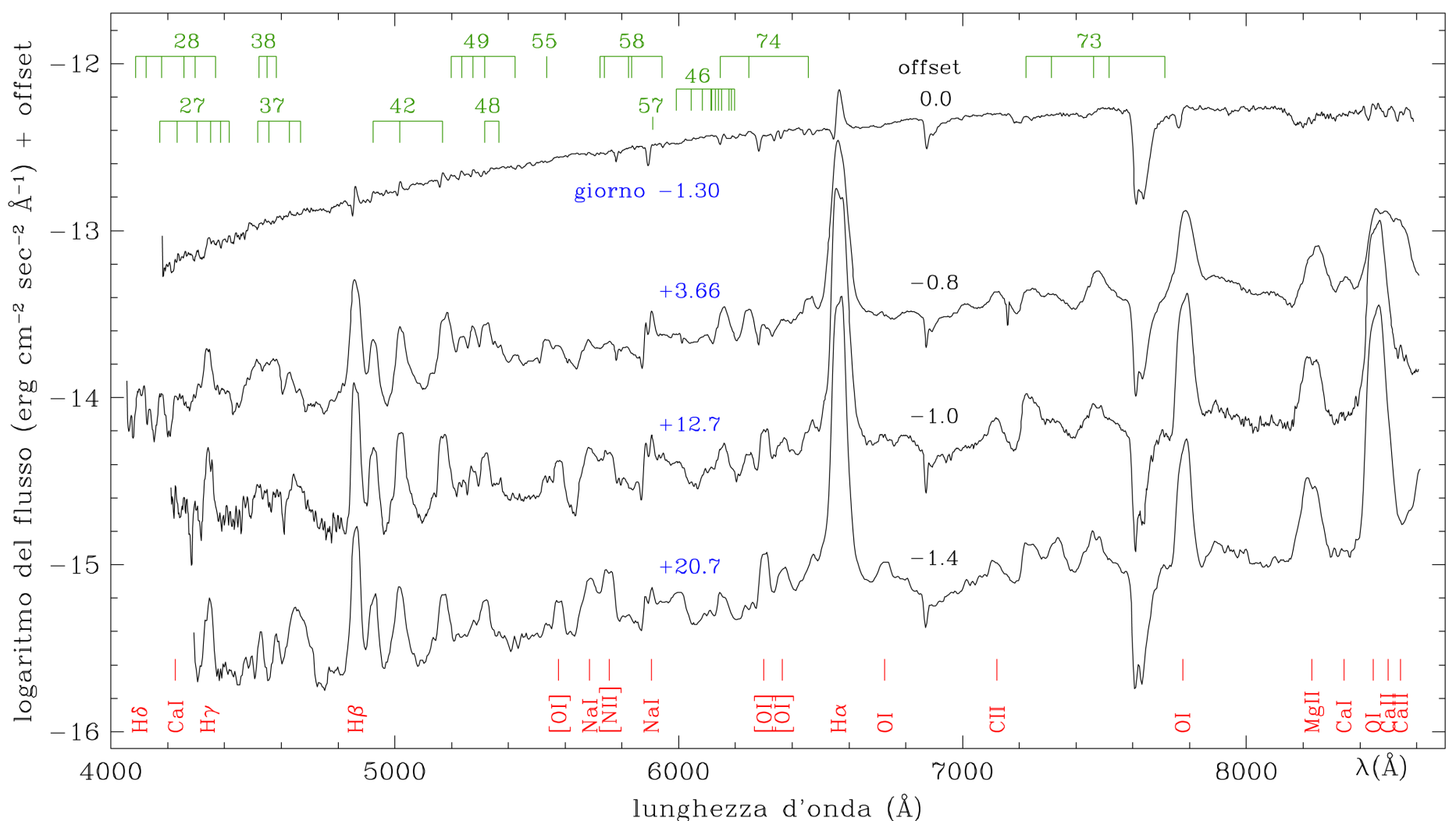
condizioni di innesco sono enormemente più facili da raggiungere in una nana di grande massa che in una piccola. Occorrerà un centesimo di massa solare per mandare in outburst una nana bianca di 0,5 masse solari, ma basterà un milionesimo di massa solare per innescare una nana bianca vicina al limite delle 1,4 masse solari. In entrambi i casi quindi avremo una nova, ma nella nana bianca di piccola massa l'enorme quantità di materia accumulata impiegherà mesi, se non anni, a diventare trasparente e iniziare quindi a raffreddare per irraggiamento (e permettere a noi, dall'esterno, di vedere di nuovo la binaria al centro del sistema). Nel caso invece della nova generata da una nana di grande massa, i pochi milionesimi di massa solare saranno soffiati via in una manciata di giorni. Ecco quindi da una parte le novae "slow" o "super-slow" e dall'altra le "fast" e le "super-fast".

D'altro canto l'evoluzione della curva di luce risentirà molto anche della geometria del sistema binario. Un'esplosione non perfettamente sferica, fatta ad esempio a clessidra, con una maggior

quantità di materiale sul piano equatoriale. In questi casi sarà determinante l'orientazione con la quale si vede il sistema. In generale, maggiore è la quantità di massa a disposizione della nova, più complessa sarà la sua evoluzione nel tempo, giocata sulle variazioni di trasparenza degli ejecta e sulla permeabilità di questi al fronte di ionizzazione.

Tornando alla nana massiccia, la piccola frazione di massa sufficiente all'innesco verrà soffiata via con facilità e a una velocità notevolmente maggiore, tanto che quasi immediatamente i gas inizieranno a ricombinare. La curva di luce in questo caso sarà estremamente semplice, e con discese veloci.

C'è infine da considerare la compagna del sistema binario. Una subgigante o una nana di sequenza principale con orbite di poche ore o giorni avranno sugli ejecta un impatto ben diverso da quello di una grande gigante rossa che perturberà il flusso proveniente dalla nova creando forme complesse.



Sopra. Evoluzione spettroscopica della nova **Aql 2009** come ottenuta da ANS Collaboration con lo spettrografo mk.II della Astrolight Instruments montato al 61cm di Varese. Notare la scala logaritmica dei flussi. I "pettini" in verde in alto alla figura identificano i multipletti del Fe I in emissione. Le altre righe in emissione sono identificate in rosso in basso. I giorni in blu sono contati a partire dal momento del massimo in banda V, occorso il (UT) 17.2 Dicembre 2009.

Veniamo a una parte che sicuramente interessa molti astrofili che già si occupano di stelle variabili, o che comunque desiderano cimentarsi nella ricerca. Cosa può fare un astrofilo armato di un telescopio di 20 o 30 centimetri in questo tipo di ricerca? Può fare qualcosa di utile?

Ha un'estrema utilità, non tanto più per la scoperta ma nella fase della costruzione della curva di luce. I professionisti non hanno accesso costante ai telescopi e quindi non possono fare un monitoraggio protratto nel tempo di questi oggetti. L'astronomo ha bisogno quindi delle curve di luce costruite dall'astrofilo, in modo che

le sue misure, ad esempio nei raggi x o i suoi spettri nel visibile o nell'infrarosso, possano essere supportate nell'interpretazione da una precisa idea dell'andamento fotometrico, in quel momento, della nova. Questa è un'informazione vitale! Solo l'astrofilo può fare questo, avendo un tempo di risposta quasi istantaneo e può farlo normalmente molto bene, dato che le novae raggiungono magnitudini al massimo pienamente nel range dei piccoli telescopi, tipicamente dalla +8 alla +12 nel Visuale.

Perché le osservazioni siano utili esse vanno compiute in **BANDA fotometrica**, non in luce bianca ma con filtri fotometrici (i classici B e V,



Sopra. L'astrofilo giapponese Koichi Itagaki (70 anni) fotografato con il riflettore da soli 18 cm con cui ha scoperto la Nova Delphini 2013 alle 14:01 TU del 14 agosto 2013, quando era ancora di mag. +6,3. L'operato degli astrofili, anche dotati di strumentazione non eccessivamente avanzata, è di grande utilità per gli astronomi professionisti nella costruzione delle curve di luce.

anche se sarebbe molto meglio il set completo B, V, R e I). Inoltre le osservazioni dovrebbero essere protratte nel tempo, per tutto il tempo in cui la nova resta visibile e possibilmente un punto per ogni notte serena.

Davvero così spesso?

Le novae sono imprevedibili, la costanza che permette di costruire una bella curva di luce ricca di punti e precisa, può condurre a grandi soddisfazioni. Consideriamo che da pochi anni è disponibile il catalogo APASS dell'AAVSO (<https://www.aavso.org/apass>) che permette di trovare stelle di riferimento nel 99% del cielo.

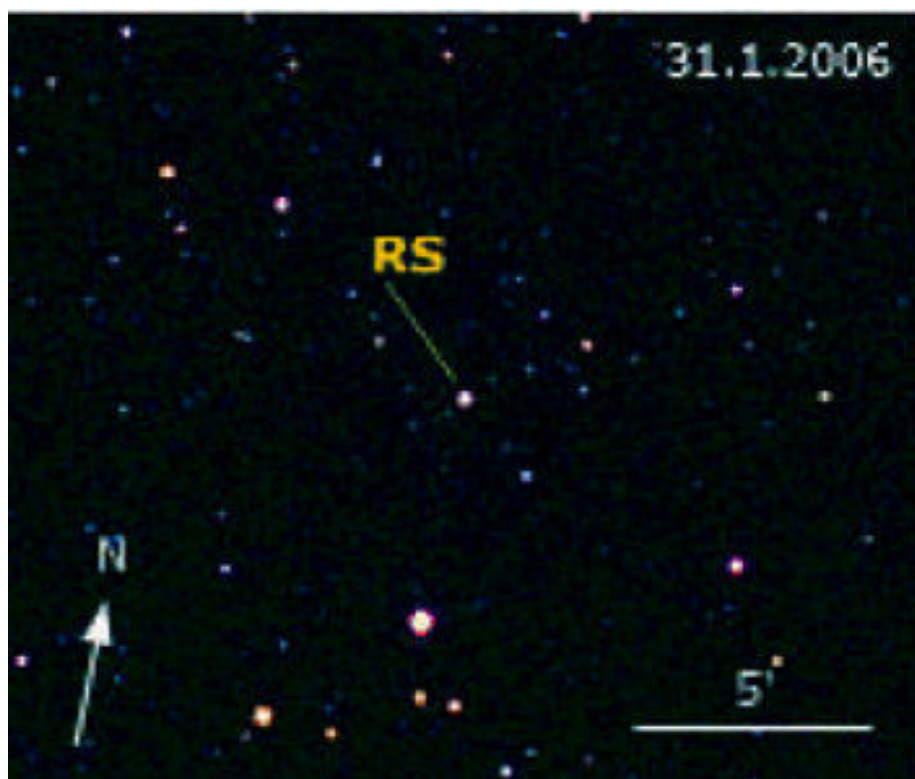
Prima ha detto che è indispensabile lavorare almeno con due filtri B e V. Molti variabilisti, anche di esperienza, lavorano esclusivamente con il filtro V. Non è sufficiente questo?

No. Non è sufficiente. È ovvio che fra una misura in luce bianca e una con il filtro V, è meglio la seconda, ma con un modesto sforzo aggiuntivo, usando almeno un secondo filtro, si può determinare il "colore" dato dalla differenza di magnitudine tra le due bande. Questo dato

permette di passare da una magnitudine "locale" influenzata dal CCD, filtro, ottiche e atmosfera, al sistema STANDARD. Per far ciò serve quella che si chiama "base colore". Questa trasformazione permetterà di confrontare osservazioni ottenute da molti osservatori, sovrapponendole in modo altrimenti impossibile. Questo passaggio è fondamentale. Lavorando in questo modo si potrà ottenere quel plus che permetterà di comprendere di più il fenomeno osservato e renderà le curve di luce create dagli astrofili veramente utili ai professionisti.

Ed è proprio questo che sta facendo, già da molti anni, il gruppo ANS che lei ha creato. Cosa sono le chiavi del grande successo del gruppo? Una standardizzazione dei metodi? Cos'altro?

Direi che ANS ha fatto di più... ha creato un nuovo modo di intendere la collaborazione tra astrofili e professionisti, dedicandosi a ottenere fotometria della massima qualità possibile, tutta trasformata nel sistema standard. Questo lavoro non è stato fatto "a pioggia" su ogni tipo di variabile, ma si è concentrato su pochi oggetti selezionati:



Sopra. Due foto dello stesso campo di cielo prese in date diverse mostrano l'impressionante aumento di luminosità della nova ricorrente **RS Ophiuchi**, passata in poche ore dalla mag. +11 alla +4,8 nella notte del 12-13 febbraio 2006. La foto di destra è stata ottenuta qualche giorno dopo, quando la stella, di mag. +5,2, si era già avviata sulla via del lento affievolimento.

Era la prima volta che la variabile "esplodeva", dopo 21 anni di tranquillità: gli outburst precedenti si erano verificati nel 1898, 1907, 1933, 1958, 1967 e 1985 oltre a quello "dubbio" del 1945 e quello citato di sopra del 2006.

simbiotiche, novae e pochi altri oggetti per ottenere fotometria abbondante e della massima qualità. Questi dati sono poi diventati, assieme a un lavoro costante di spettroscopia professionale e di alcuni Osservatori amatoriali, l'ossatura su cui sono stati realizzati e pubblicati un gran numero di articoli su importanti riviste internazionali (Vedi Riquadro nella pagina successiva).

Ma il gruppo ANS non usa anche un proprio software per la riduzione dei dati? È consigliabile solo questo o si possono usare anche altri software?

Sì, il gruppo utilizza un solo software: **ANS Photometry**, creato dal Dr. Andrea Frigo. È totalmente centrato sulla trasformazione dal sistema locale al sistema internazionale, ed è stato realizzato per permettere un controllo di ogni passaggio e di ogni tipo di errore. Questo non vuol dire che non esistano altri software in grado di fare fotometria con più filtri ma, normalmente, la misura viene fatta filtro per filtro e non per colore.

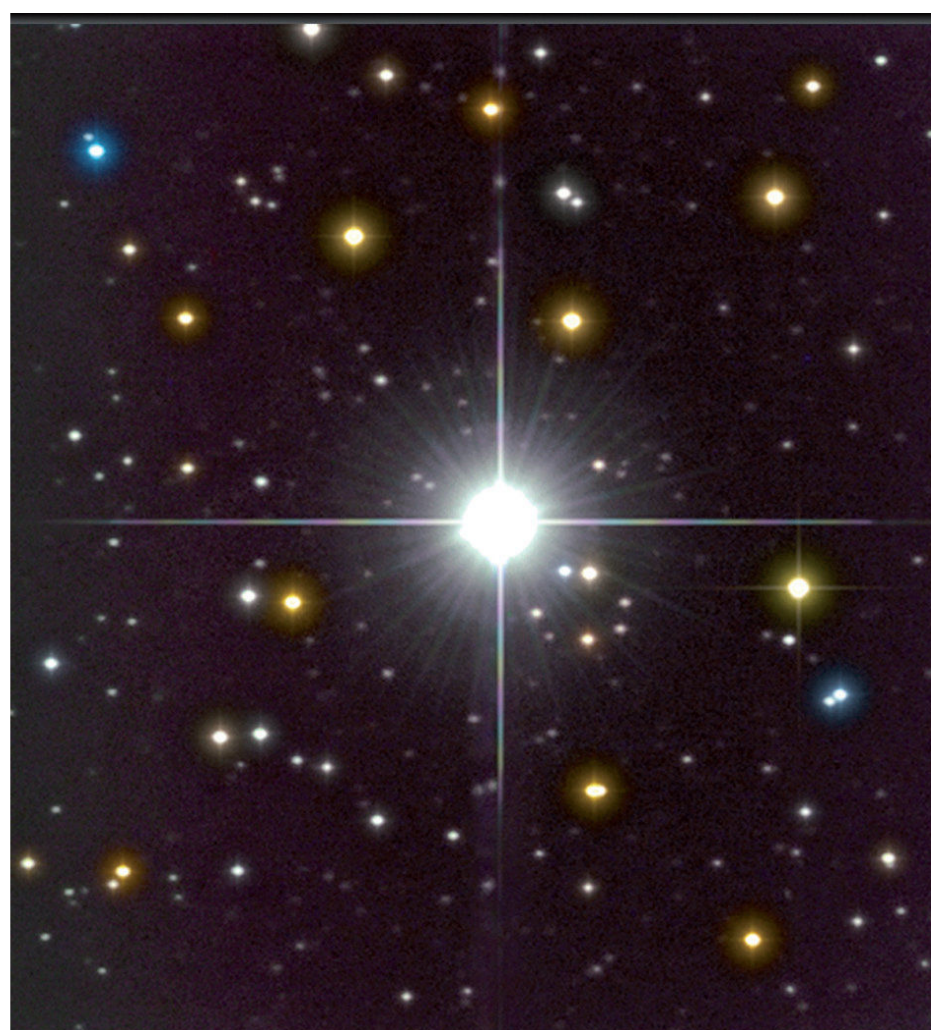
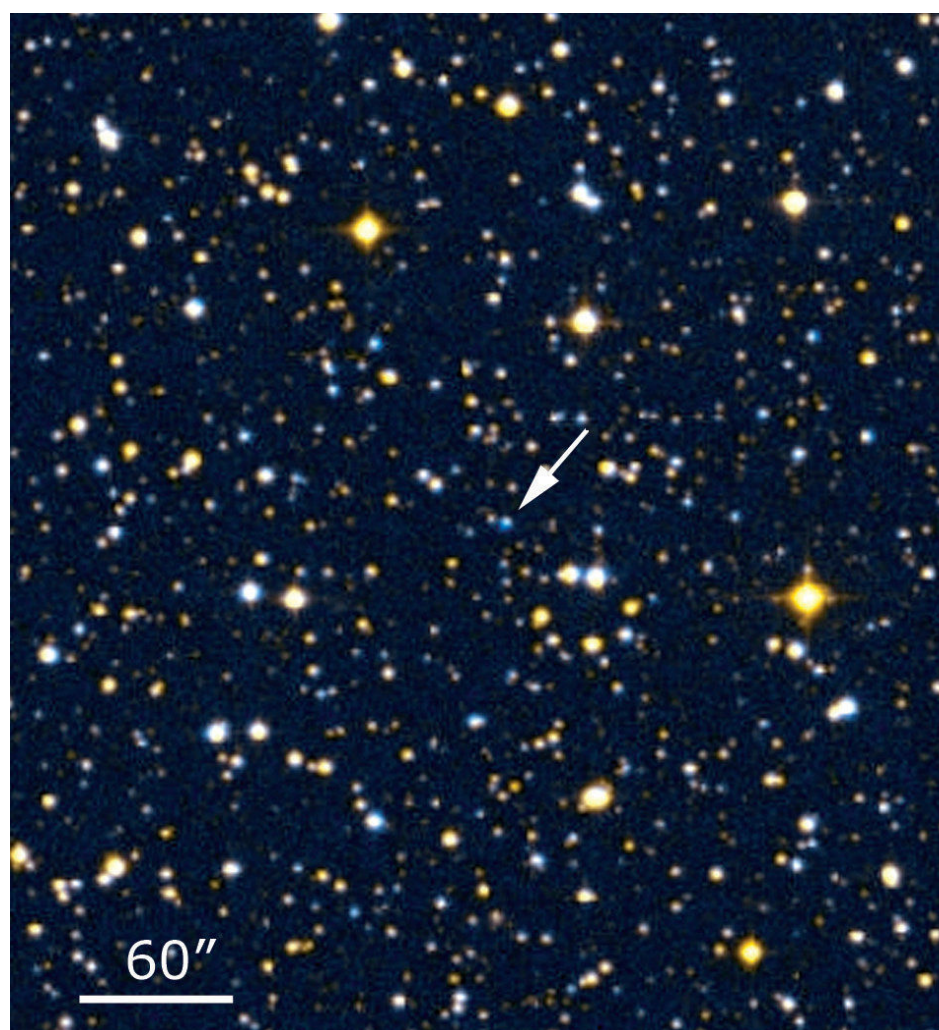
Può chiarire meglio questo concetto?

Tipicamente un software calcola la magnitudine di una o più stelle del campo di magnitudine nota, ad esempio in banda V, e poi le paragona alla variabile da misurare ricavando la magnitudine con il filtro V. Poi può rifare la cosa con un altro filtro, ad esempio il B.

Ans Photometry invece ricava la magnitudine "strumentale" per i due filtri e costruisce un "equazione di colore" (che vale solo per quella particolare misura) dalla quale estrae poi magnitudine e colore della variabile. Con questo metodo e tempi di posa opportuni si possono raggiungere precisioni vere di pochi millesimi di magnitudine e paragonare osservazioni fatte in condizioni molto diverse.

Quindi ANS utilizza soltanto il proprio software? O, detto in altro modo, per collaborare in ANS bisogna necessariamente utilizzare ANS Photometry?

Esattamente, questa è una necessità. Quando si



Sopra. Un'altra immagine del campo del Delfino dove è esplosa la Nova Delphini 2013. La stella progenitrice è l'astro blu indicato dalla freccia, posizionata alle coordinate AR 20 23 30,72, Decl. +20 46 03,4. A destra, una bella ripresa dello stesso campo realizzata il 16 agosto 2013 alle 3:13, quando la nova raggiunse il picco di luminosità (+4,3). Cortesia di Efrain Morales Rivera (Portorico).

vuole ottenere qualcosa di più e arrivare più in là di quanto è stato fatto fino ad ora, si devono utilizzare nuove formule. Telescopi, CCD e qualità del cielo non possono essere modificati con facilità. Quindi dobbiamo lavorare sulla qualità del dato (tempo di posa maggiore) e sull'omogeneità dei dati, che passa dall'esperienza sul come acquisire la misura e da un software che permetta il miglior risultato possibile con un costante controllo degli errori.

È per il rispetto di tutti coloro che si impegnano per ottenere questi risultati che ciò deve essere fatto. Una volta costruita una curva di luce, mescolando dati buoni e altri meno buoni, non è così facile per un osservatore esterno discernere le parti utili da quelle inutili...

Diciamo che un astrofilo sia interessato a iniziare una collaborazione nel gruppo ANS. Cosa deve fare e quali sono gli strumenti minimi per fare qualcosa di utile?

Nel gruppo attualmente vi sono strumenti con

diametri da 13cm a 84cm. Il classico 200mm in uso a molti astrofili è perfettamente adatto allo scopo. Serve logicamente un CCD e almeno due filtri fotometrici, anche se è consigliato il set completo B, V, R, e I. Non è indispensabile avere un cielo privo di inquinamento luminoso, dato che molti degli oggetti che come gruppo seguiamo (oltre le nove) sono piuttosto brillanti.

Il mese prossimo, al **18 marzo** vi sarà un importante **incontro al planetario di Ravenna**, che fisserà le basi per una nuova fase di ANS e segnerà le linee guida per coloro che fossero interessati ad entrare nel gruppo. Successivamente, il **12 e 13 maggio**, presso l'**Osservatorio di Campo dei Fiori di Varese** ci saranno **due giorni di scuola teorica e pratica su fotometria e spettroscopia astronomica**. Ovviamente non è plausibile che siano sufficienti questi due incontri per uscire "imparati", ma queste basi permetteranno ai partecipanti di capire meglio quello che facciamo, e come facciamo a ottenerlo. Passione e la buona volontà saranno poi i veri elementi indispensabili per ottenere buoni risultati.

Publicazioni scientifiche di ANS

Una selezione (uno per anno) dei 170 articoli e comunicazioni pubblicate dal gruppo ANS in questi 12 anni.

2017, MNRAS 469, 4341: Photometric evolution of seven recent novae and the double component characterizing the lightcurve of those emitting in gamma rays

2016, NewA 47, 7: The 2015 super-active state of recurrent nova T CrB and the long term evolution after the 1946 outburst

2015, A&A 584, A12: Outburst evolution, historic light curve and a flash-ionized nebula around the WZ Sge-type object PNV J03093063+2638031

2014, NewA 27, 1: Search for and characterization of RR Lyr variables candidate members of the Aquarius halo stream

2013, NewA 20, 30: BVRI lightcurves of supernovae SN 2011fe in M101, SN 2012aw in

M95, and SN 2012cg in NGC 4424.

2012, MNRAS 425, 2576: V496 Scuti: an Fe II nova with dust shell accompanied by CO emission

2011, A&A 536, A27: Formation of a disk structure in the symbiotic binary AX Persei during its 2007-10 precursor-type activity

2010, A&A 523, L3: The large amplitude outburst of the young star HBC 722 in NGC 7000/IC 5070, a new FU Orionis candidate

2009, PASP 121, 1070: The 2006-2008 Outburst of AG Draconis

2008, A&A 492, 145: The nature and evolution of Nova Cygni 2006

2007, BaltA 16, 52: A Fresh Look to the Yellow Symbiotic Star V471 Per

2006, MNRAS 369, 1755: Absolute spectrophotometry and photometric evolution of Nova Scuti 2005 N.1 (V476 Sct)"